

Energooszczędność od fundamentów po dach

CEZARY JANKOWSKI

Dziś niemal każdy nowy budynek – zwłaszcza dom jednorodzinny – charakteryzuje się znacznie mniejszym zapotrzebowaniem na energię do ogrzewania niż ten budowany kilka czy kilkanaście lat temu. Jednak dążenie wysokiej energooszczędności nie powinno powodować zmniejszenia komfortu użytkownika, a koszty z tym związane powinny mieścić się w racjonalnych, uzasadnionych ekonomicznie granicach.

Nowelizacja „energetyczna” rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 6 listopada 2008 roku (Dz.U. Nr 201 poz. 1238) obowiązująca od 2009 roku wprowadziła nowe zasady i wymagania dotyczące zapotrzebowania na energię wykorzystywaną do eksploatacji budynku.

Zgodnie z przepisami

Dotychczas określano dopuszczalne roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania budynków lub – dla niektórych obiektów – zapewnienie odpowiedniej ciepłochronności przegród zewnętrznych. Obecne przepisy przewidują dwie możliwości zapewnienia wymaganej energooszczędności – albo poprzez zapewnienie wymaganych parametrów izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych oraz techniki instalacyjnej lub poprzez określenie wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania na pierwotną energię nieodnawialną uwzględniającego ogrzewanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej, a dla budynków użyteczności publicznej, za-

mieszkania zbiorowego – również klimatyzację i oświetlenie.

W założeniu nowe przepisy miały zapewnić lepszą energooszczędność wznoszonych budynków, jednak w rzeczywistości liberalizują dotychczasowe wymagania, gdyż łączą straty cieplne budynku ze sposobem pozyskania energii.

W efekcie dom o słabej izolacji cieplnej, ale ogrzewany z ekologicznego źródła, będzie uzyskiwał wymagany wskaźnik EP, co może doprowadzić do absurdalnych sytuacji, gdy użytkownik zamiast opalania domu drewnem użyje do tego celu węgla – nominalny wskaźnik EP wzrośnie wtedy pięciokrotnie.

Na szczęście niezależnie od wymagań formalnych inwestorzy – zwłaszcza budujący domy jednorodzinne – starają się o uzyskanie możliwie jak najlepszej ciepłochronności domu, co bezpośrednio przekłada się na koszty ich utrzymania. Popularne są więc domy nazywane energooszczędnymi, a nawet pasywnymi, w których zużycie energii w założeniu będzie znacznie mniejsze niż normatywne. Jednak przy rozpa-

trywaniu takich rozwiązań należy wyraźnie oddzielić straty ciepła związane z konstrukcją budynku od przewidywanych zysków energii z innych źródeł niż ogrzewanie, co często uwzględniają takie projekty. Istotny też jest rachunek ekonomiczny porównujący wzrost nakładów inwestycyjnych ze spodziewanymi oszczędnościami w eksploatacji budynku.

Ciepłe ściany

Normatywny współczynnik przenikania ciepła U poniżej $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ można uzyskać, stosując odpowiednie materiały ścienne w każdej z popularnych technologii jedno-, dwu- czy też trójwarstwowej. Natomiast znaczące zmniejszenie przenikalności cieplnej wymaga już zastosowania materiałów termoizolacyjnych o odpowiedniej grubości co nie zawsze jest możliwe dla każdego rodzaju ściany.

Z oczywistych względów docieplenie ściany jednowarstwowej przekształca ją w ścianę dwuwarstwową, przy czym koszty jej budowy z reguły są wyższe niż w przypadku stawiania jej w typowy sposób. Jednak w technologii dwuwarstwowej nie można w sposób nieograniczony zwiększać grubości ocieplenia ze względu na ryzyko pęknięć tynku oraz jego odpajania się od podłoża.

Jako bezpieczna grubość w technologii BSO przyjmuje się warstwę 15 cm ocieplenia, co przy typowych materiałach do budowy warstwy konstrukcyjnej pozwala uzyskać przenikalność cieplną na poziomie $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Orientacyjne straty ciepłe dla domu jednorodzinnego energooszczędnego o powierzchni ok. 150 m^2 dla 4 osób

Roczne straty ciepła przy przenikalności		
przegród zewnętrznych	$0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$45 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
	$0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	$30 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
okien i drzwi	$1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	$20 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
	$0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	$13 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
wentylacji	$100 \text{ m}^3/\text{h}$	$25 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
z odzyskiem ciepła 50%		$16 \text{ kWh/m}^2 \text{ rok}$
przygotowanie c.w.u. 35 l/osoba (temp. 55°C)		750 kWh/os./rok
z zasilaniem solarnym 70%		270 kWh/os./rok

Teoretycznie bez ograniczeń można powiększać grubość termoizolacji w ścianach trójwarstwowych, ale wymaga to odpowiedniego poszerzenia fundamentów, w praktyce więc grubość ocieplenia nie przekracza 20 cm.

Do ocieplenia ścian wykorzystywany jest głównie styropian i rzadziej wełna mineralna, a właściwości cieplochronne obu tych materiałów są podobne dla jednakowych grubości. Natomiast zastosowanie płyt z polistyrenu ekstrudowanego pozwala na uzyskanie o ok. 20% lepszej cieplochronności przy takiej samej grubości ocieplenia, ale koszt tego materiału jest znacznie wyższy.

Przy określaniu cieplochronności ściany warto też brać pod uwagę często niewzględiane negatywne skutki ocieplenia. Występują one w okresach przejściowych (wiosną, jesienią), gdy temperatury dzienne są znacznie wyższe od nocnych. W efekcie izolowany dom nie kumuluje ciepła w ciągu dnia i konieczne może być włączenie ogrzewania w porze nocnej.

Szczelne okna

Zależnie od udziału powierzchni przeszklonej w przegrodach zewnętrznych straty ciepła tą drogą mogą sięgać ponad 50% ogólnego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania. Choć formalne wymagania odnośnie cieplochronności okien są dość liberalne (współczynnik U nie może przekraczać 1,7 lub 1,8 W/m^2K zależnie od strefy klimatycznej) to niemal wszystkie oferowane w standardzie okna mają cieplochronność na poziomie 1,3-1,5 W/m^2K .

O izolacyjności cieplnej okna decyduje nie tylko przenikalność oszklenia i ramy, ale również udział powierzchni szyb w całym oknie. Ze względu na mniejszą cieplochronność ram niż stosowanego obecnie oszklenia, okna małe charakteryzują się więc nieco gorszym współczynnikiem U niż okna duże, z mniejszym udziałem w ich powierzchni profili okiennych.

W najnowszych rozwiązaniach okna jako całość uzyskują już przenikalność cieplną na poziomie 0,7-0,8 W/m^2K , co niemal dwukrotnie zmniejsza straty ciepła w porównaniu z oknami standar-



Po tak długiej i srogiej zimie można się spodziewać prawdziwego termomodernizacyjnego boomu w naszym kraju

dowymi. Największy wpływ na poziom termoizolacyjności okna ma współczynnik przenikania ciepła przez szyby.

Obecnie jako standard stosuje się wkłady dwuszybowe typu 4-16-4T, zbudowane z dwóch tafli szkła o grubości 4 mm oddzielonych 16 mm ramką dystansową, gdzie przestrzeń międzyszybowa wypełniona jest argonem. Jedna z tafli pokryta jest cienką powłoką niskoemisyjną. Wkład o takiej budowie charakteryzuje się współczynnikiem $U = 1,0 W/(m^2K)$.

Dostępne są też przeszklania o lepszych parametrach cieplnych – wkłady trzyszybowe o budowie 4T-14Ar-4-14Ar-4T z dwiema powłokami niskoemisyjnymi, wypełnione argonem osiągają współczynnik U na poziomie 0,6 $W/(m^2K)$.

Jeszcze niższe wartości przenikalności cieplnej uzyskują przeszklania, w których przestrzenie międzyszybowe wypełnione są kryptonem lub ksenonem. Współczynnik przenikania ciepła dla wkładu szybowego może wówczas wynosić nawet 0,4 $W/(m^2K)$.

Dach i fundamenty

Ograniczenie strat ciepła przez dach i fundamenty jest stosunkowo proste i niezbyt kosztowne, jeśli prace ociepleniowe prowadzone są już w trakcie

wznoszenia budynku. Na gruncie, jak i na dachu, praktycznie nie ma ograniczeń w stosowaniu dowolnie grubych warstw materiałów izolacyjnych.

Wymaganą nowymi przepisami cieplochronność o współczynniku U mniejszym od 0,25 W/m^2K można uzyskać (przyjmując przeciętną przewodność cieplną materiałów termoizolacyjnych na poziomie 0,04 $W/m K$) przy grubości ocieplenia powyżej 16 cm.

Na dachach spadzistych z reguły jako ocieplenie wykorzystuje się wełnę mineralną o małej gęstości, która ze względu na swoją dużą elastyczność łatwo dostosowuje się do przestrzeni między krokiewiami. Tak gruby materiał ociepleniowy nie zawsze mieści się w wysokości krokwi i wtedy zazwyczaj układany jest dwuwarstwowo. Takie rozwiązanie pozwala też na niemal dowolne zwiększenie grubości ocieplenia – powszechnym standardem stało się układanie warstwy ociepleniowej o grubości 20 cm.

Układ dwuwarstwowy wymaga zamontowania dodatkowej konstrukcji, do której można przymocować pokrycie skosów poddasza. Najczęściej wykorzystuje się system profili stalowych przystosowanych do mocowania płyt gipsowo-kartonowych.

Tradycyjny układ warstw na dachach płaskich, gdzie izolacja cieplna osłonięta jest pokryciem z papy lub innej powłoki wodoszczelnej stosowany jest głównie na lekkich konstrukcjach dachów o dużej rozpiętości.

Jako materiał ociepleniowy wykorzystywane są płyty z twardych odmian styropianu, polistyrenu ekstrudowanego, wełny mineralnej, pianki poliuretanowej. Płyty ociepleniowe mocowane są mechanicznie do podłoża, a izolację przeciwwodną zapewnia najczęściej dwuwarstwowe pokrycie z papy termozgrzewalnej.

Natomiast system dachu odwróconego, w którym zamieniono kolejność warstw izolacji cieplnej i przeciwwodnej charakteryzuje się wysoką trwałością, a powierzchnię dachową można wykorzystać jako użytkową. W systemie tym izolacja przeciwwodna – najczęściej z dwóch warstw papy termozgrzewalnej układanej bezpośrednio na podłożu (wyrównanej płycie stropowej z ukształtowanym spadkiem) – przykryta jest izolacją cieplną ze specjalnych płyt styropianowych odmiany Hydro lub z polistyrenu ekstrudowanego XPS. Materiały

te prawie nie nasiąkają i mogą przenosić znaczne naciski bez odkształcenia powierzchni. Tak wykonaną hydro- i termoizolację zabezpiecza się przed uszkodzeniem warstwą dociskową. Najczęściej jest to podsypka żwirowa bądź płyty chodnikowe betonowe lub kamienne – można również wykonać podkład pod płytki ceramiczne.

Izolacja cieplna podłóg na gruncie, jak i samych fundamentów, ogranicza ucieczkę ciepła do ziemi. Przepisy wymagają, aby opór cieplny izolacji obwodowej był większy niż $2 \text{ m}^2\text{K/W}$, co w praktyce odpowiada mniej więcej izolacji o grubości 8-10 cm.

Nic nie stoi na przeszkodzie, aby układać grubsze warstwy termoizolacyjne, gdyż zwiększone nakłady związane są jedynie z większą grubością izolacji cieplnej i często wynosi ona ponad 20 cm, zwłaszcza w przypadku instalowania ogrzewania podłogowego. Do izolacji wykorzystuje się płyty z twardego styropianu EPS 100 lub EPS 200 albo polistyrenu ekstrudowanego XPS układanego najczęściej dwuwarstwowo. Izolacje podłogowe pełnią też rolę skutecznej

ochrony cieplnej przewodów centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej prowadzonych w podłodze.

Wentylacja prawie bez strat

Strata ciepła przez wentylację stanowi poważną pozycję w bilansie energetycznym budynków mieszkalnych, jak i użyteczności publicznej. Wymiana powietrza musi bowiem sprostać potrzebom fizjologicznym przebywających ludzi, jak też usuwać nadmiar wilgoci, zapachy i inne zanieczyszczenia.

Przepisy narzucają obowiązek odzyskiwania ciepła z powietrza wentylacyjnego, jeśli jego strumień przekracza $2000 \text{ m}^3/\text{h}$, a czas użytkowania dłuższy niż 1000 godzin rocznie.

Oczywiście odzysk ciepła możliwy jest jedynie w przypadku zainstalowania mechanicznej wentylacji nawiewno-wywiewnej z wymiennikiem, którego efektywność powinna wynosić przynajmniej 50%.

Wymóg ten dotyczy głównie obiektów z centralnym systemem wentylacyjnym, natomiast w domach jednorodzinnych oraz lokalach miesz-

Rozwiązania energooszczędne

Dzięki współpracy pracowni projektowej MTM STYL i Instytutu Budynków Pasywnych przy Narodowej Agencji Poszanowania Energii udało się stworzyć profesjonalnie opracowany projekt domu energooszczędnego AMBER, którego najważniejszym założeniem było połączenie atrakcyjnej architektury z dążeniem do ograniczenia kosztów eksploatacyjnych. Osiągnięta redukcja kosztów wyniosła ok. 50%, co było możliwe dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań w odniesieniu do konstrukcji budynku oraz wykorzystaniu nowoczesnych rozwiązań w zakresie instalacji wentylacyjnej, centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej.

Przyjmuje się, że typowe budynki mieszkalne charakteryzują się zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania netto wynoszącym ok. $90\text{-}120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Jednakże obliczenia wykonane przez Instytut Budynków Pasywnych przy NAPE wykazały, że wartość ta jest przekraczana w przypadku większości domów jednorodzinnych. Gdyby zaprojektować dom zgodnie z obowiązującymi w Polsce wymaganiami dotyczącymi ochrony cieplnej, jego zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania netto wyniosłoby ok. $140 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Rozwiązania przyjęte w projekcie pozwoliły na zmniejszenie zapotrzebowania do $62,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ i osiągnięcia standardu energooszczędnego (przyjmuje się, że domy energooszczędne

mają zapotrzebowanie na ciepło poniżej $70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$).

Osiągnięcie dobrego wyniku wymagało zastosowania kompleksowych rozwiązań budowlanych i instalacyjnych. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:

- architekturę budynku sprzyjającą ochronie cieplnej (zwartą bryłę),
- wysokie parametry izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych, a także przegród wewnętrznych oddzielających pomieszczenia o znacznych różnicach temperatur, np. współczynnik przenikania ciepła U ścian zewnętrznych wynosi $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, a dachu jedynie $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zgodnie z obowiązującymi od 1 stycznia 2009 roku przepisami wartość współczynnika U dla ścian zewnętrznych

kalnych wentylacja odbywa się najczęściej w sposób naturalny, choć i tam coraz częściej montowane są rekuperatory.

Przy bilansowaniu odzysku energii cieplnej należy jednak uwzględnić energię pobieraną przez wentylatory, np. przewymiarowanie centrali wentylacyjnej znacząco może obniżyć efekt oszczędności energii.

W przypadku wentylacji naturalnej konieczne jest zapewnienie cyrkulacji powietrza poprzez zamontowanie nawiewników okiennych lub ściennych oraz wyprowadzenie kanałów wentylacyjnych. Ten sposób wymiany powietrza uniemożliwia odzyskanie ciepła transportowanego wraz z odprowadzonym powietrzem, ale założenie automatycznych regulacji dopływu powietrza np. poprzez nawiewniki higrosterowane zapewni dostosowanie intensywności wentylacji do warunków panujących w pomieszczeniach.

Źródła ciepła

Dotychczasowe przepisy nie uwzględniały wpływu urządzeń i instalacji grzewczych na zapotrzebowanie na

energię wykorzystywaną do ogrzewania i przygotowania c.w.u. Obecnie rodzaj wykorzystywanego paliwa, sprawność urządzeń grzewczych a także tzw. straty przesyłowe mają istotne znaczenie w określeniu wskaźnika EP, przy czym największy wpływ ma rodzaj nośnika energii.

Tradycyjne paliwa, takie jak węgiel, gaz ziemny, olej opałowy czy energia elektryczna, charakteryzują się wysokimi wartościami współczynnika nakładu nieodnawialnej energii – od 1,1 dla paliw do 3,0 dla energii elektrycznej.

Natomiast przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii współczynnik ten wynosi zero (!) dla kolektorów słonecznych i 0,15-0,2 dla biopaliw (słomy, biogazu, drewna, wierzby itp.).

W efekcie wskaźnik EP w większym stopniu zależy od źródła pozyskania ciepła niż od właściwości ciepłochronnych budynku. Oczywiście wykorzystywanie odnawialnych paliw jest ze wszech miar pożądane, ale nakłady inwestycyjne na tego typu instalacje są znacznie wyższe niż na tradycyjne. Obecnie duża po-

pularnością cieszą się kolektory słoneczne, przy czym wykorzystywane są one głównie do podgrzewania wody użytkowej i ewentualnie jako wspomaganie instalacji grzewczej.

Ocena opłacalności instalacji kolektorów słonecznych jest dość złożona i zależy przede wszystkim od zapotrzebowania na ciepłą wodę. Ich efektywność warunkuje w znacznym stopniu pogoda, jak też rodzaj solarów oraz ich powierzchnia absorpcyjna. Przeciętnie w ciągu roku mogą one pokryć zapotrzebowanie na ciepłą wodę w obiekcie w 60-80%.

Obecnie produkowane są dwa podstawowe typy kolektorów – płytowe i próżniowo-rurowe, przy czym te drugie zapewniają wyższą efektywność absorbowania ciepła również w warunkach zachmurzenia. W uproszczeniu instalacji solarnej stoi na przeszkodzie przede wszystkim jej wysoka cena: dla domu jednorodzinnego koszt solara wraz z jego zamontowaniem to wydatek 10-15 tys. zł, co przy stosunkowo małym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę sprawia, że zwrot nakładów następuje często dopiero po 15-20 latach. ■

w projekcie AMBER

powinna być mniejsza niż 0,30 W/m²K, a dla dachu mniejsza niż 0,25 W/m²K),

- stosowanie rozwiązań detali konstrukcyjnych wolnych od mostków cieplnych, które powodują powstanie dodatkowych strat ciepła oraz mogą sprzyjać rozwojowi grzybów pleśniowych i obniżyć trwałość konstrukcji budowlanej,
- wysokie parametry izolacyjności termicznej okien i drzwi zewnętrznych; wartość współczynnika przenikania ciepła Ug zastosowanego szklenia wynosi 1,0 W/m²K, współczynnik Uf dla ram jest równy 1,2 W/m²K, a dla drzwi wejściowych 1,5 W/m²K, jednocześnie przewidziano zastosowanie ciepłych ramek dystansowych,
- zastąpienie wentylacji naturalnej przez mechaniczną wentylację na-

wiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła i podwyższenie szczelności budynku. Wentylacja mechaniczna pozwalana na zapewnienie stałej wymiany powietrza niezależnie od zewnętrznych warunków atmosferycznych i podnosi jakość środowiska wewnętrznego. Zastosowanie odzysku ciepła o sprawności 70% ogranicza jednocześnie straty ciepła na wentylację. Ponieważ dom jest wyposażony w wentylację mechaniczną, należy ograniczyć niekontrolowaną infiltrację powietrza ze wewnętrznego,

- zastosowanie instalacji grzewczej o bardzo wysokiej sprawności wytwarzania (kocioł kondensacyjny), dystrybucji i wykorzystania ciepła. Instalacja c.o. wyposażona jest w system automa-

tycznej regulacji, który pozwala na programowanie zadanych temperatur oraz regulację indywidualną w każdym pomieszczeniu,

- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w postaci kominka do ogrzewania budynku w okresach przejściowych oraz kolektora słonecznego do podgrzewania ciepłej wody użytkowej,
- zastosowanie urządzeń służących do zmniejszenia zużycia ciepłej wody użytkowej oraz ograniczenia strat ciepła w instalacji poprzez jej staranne zaizolowanie i oraz wykorzystanie energooszczędnych pomp obiegowych,
- wysokosprawne i energooszczędne oświetlenie i wyposażenie AGD. ■

dr Szymon Firląg, Instytut Budynków Pasywnych przy NAPE

DOM ENERGOOSZCZĘDNY JEDNORODZINNY AMBER



fot.: MTM Styl

AMBER – energooszczędny dom jednorodzinny, MTM Styl, arch. Maciej Matłowski, www.domywstylu.pl

Ogólna charakterystyka budynku

Technologia budowy: tradycyjna

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP:

69,25 kWh/(m² × rok)

Podstawowe dane techniczno-użytkowe:

Powierzchnia zabudowy: 140,00 m²

Powierzchnia użytkowa

(z garażem): 179,10 m²

w tym:

– powierzchnia użytkowa części mieszkalnej

153,10 m²

– powierzchnia kotłowni

w części garażowej 7,00 m²

– powierzchnia garażu 19,00 m²

Kubatura brutto: 725,00 m³

Liczba kondygnacji nadziemnych:

1 oraz poddasze użytkowe

Podpiwniczenie: brak

Ogrzewanie: miejscowe

Warunki gruntowe: grunt kat. III, poziom wody gruntowej poniżej poziomu posadowienia fundamentów.

Program użytkowy

Budynek mieszkalny, jednorodzinny, wolno stojący z poddaszem użytkowym i garażem.

Na parterze salon, który łączy się z jadalnią i kuchnią, gabinet, korytarz, pomieszczenie sanitarne, wiatrołap i garaż na jeden samochód. Na poddaszu trzy sypialnie, 2 łazienki, garderoba i biblioteka.

Techniczna charakterystyka budynku

Konstrukcja i wykończenie budynku:

Fundamenty: ławy żelbetowe monolityczne z betonu C16/20 (B-20)

Obiekt 1168 z „Biuletynu cen obiektów budowlanych BCO”

– poziom cen: I kwartał 2010 r.

Cena 1 m² powierzchni użytkowej (m² p.u.) budynku 3 221 zł

Cena 1 m³ kubatury brutto (m³ k.b.) budynku 796 zł

na podkładach betonowych z betonu C8/10 (B-10). Poszerzenia pod kominy z bloczków betonowych.

Ściany fundamentowe: z bloczków betonowych, zakończone wieńcami żelbetowymi z betonu C16/20 (B-20). Ściany pod schody i taras monolityczne betonowe z betonu C16/20 (B-20).

Izolacje fundamentów i ścian podziemia: izolacje poziome przeciwwilgociowe ław fundamentowych dwiema warstwami papy na lepiku, izolacje pionowe ścian fundamentowych z emulsji asfaltowej. Izolacje cieplne z płyt styropianowych Termo Organika typu Gold Fundament. Ściany zewnętrzne izolowane od strony zewnętrznej płytami o grub. 20 cm, a od strony wewnętrznej płytami o grub. 10 cm. Ściany wewnętrzne izolowane z dwóch stron płytami o grub. 10 cm.

Ściany nadziemia: zewnętrzne dwuwarstwowe z pustaków ceramicznych Porotherm 25 P+W (44%) z dociepleniem płytami styropianowymi Termo Organika typu Platinum Plus fasada grub. 20 cm, ściany wewnętrzne nośne z pustaków ceramicznych Porotherm 25 P+W (33%). Kominy murowane z cegły ceramicznej pełnej (19%) a ponad połacią dachową z cegły klinkierowej (2%), przewody wentylacyjne z pustaków ceramicznych (2%). Kominy w przestrzeni wentylowanej ponad stropem ostatniej kondygnacji ocieplone styropianem grub. 10 cm. Belki, słupy, podciągi żelbetowe monolityczne z betonu C16/20 (B-20). Słup tarasowy stalowy z rdzeniem żelbetowym, obmurowany cegłą klinkierową. Ściana z oknem i drzwiami balkonowymi na taras przy jadalni o konstrukcji drewnianej.

Stropy i schody: żelbetowe monolityczne z betonu C16/20 (B-20).

Ścianki działowe: z pustaków ceramicznych Pd2 o grub. 12,0 cm.

Dach: o konstrukcji drewnianej płatwiowo-kleszczowej, wentylowanej. Niektóre płatwie podparte ramami lub belkami stalowymi. Pokrycie dachu z dachówki cementowej Euronit typu Verona. Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe z blachy stalowej ocynkowanej systemu LINDAB. Dach ocieplony wełną mineralną o łącznej grub. 40 cm.

Tynki i wyprawy wewnętrzne: tynki zwykle kat. III wykonywane ręcznie, z gładzią gipsową.

Okladziny i oblicowania: ściany w pomieszczeniach sanitarnych i kuchni licowane płytkami glazurowanymi (26%). Strop i skosy poddasza: okładzina gipsowo-kartonowa na ruszcie metalowym (74%).

Malowanie tynków wewnętrznych: farbą lateksową.

Posadzki: w garażu posadzka cementowa zbrojona siatką stalową (10%). W kuchni oraz w pomieszczeniach sanitarnych, gospodarczych i w korytarzu na parterze a także na schodach posadzka z płytek gresowych nieszkliwionych, polerowanych (37%), w pozostałych pomieszczeniach parkiet z drewna egzotycznego Kempas (53%).

Stolarka okienna i drzwiowa: okna niskoemisyjne z PVC – profil sześciokomorowy (47%). Okna połaciowe drewniane (3%). Drzwi wejściowe drewniane, antywłamaniowe, fabrycznie wykończone (7%). Witraży wiatrołapu, pokoju dziennego i jadalni aluminiowe (34%). Brama garażowa uchylna, stalowa, ocieplona (9%).

Drzwi wewnętrzne: płytowe pełne, fornirowane, fabrycznie wykończone (89%). Drzwi do garażu o odporności ogniowej EI 60 (11%).



Elewacje:

Oktładziny i oblicowania: na fragmentach elewacji wentylowane okładziny z cegły klinkierowej, montowane na zawieszach stalowych systemowych (57%). Podsufitka dachowa drewniana, pokryta lakierobejcą (43%).

Docieplenia: fragmenty elewacji niepokryte okładziną klinkierową ocieplone płytami Termo Organika typu Platinum Plus fasada grub. 20 cm metodą lekką-mokrą i pokryte szlachetną wyprawą cienkowarstwową z tynku mineralnego o granulacji 3,0 mm.

Instalacje

Elektryczne: zasilenie z linii kablowej. Złącze kablowe wraz z tablicą licznikową zainstalowane we wnęcie ogrodzenia. Tablica rozdzielcza wnękowa umiejscowiona we wiatrołapie, połączona jest ze złączem linią kablową (WLZ). Obiekt posiada instalację oświetleniową, gniazd wtykowych 230 V z zainsta-

lowanymi wentylatorami kanałowymi oraz gniazd 3-fazowych 400/230V. Instalacja sygnalizacji dzwonekowej 220 V. W pomieszczeniach mieszkalnych i niemieszkalnych wypusty przygotowane do montażu opraw i kinkietów. W garażu zainstalowane zostały 3 oprawy jarzeniowe, na zewnątrz oprawa „podświetlany nr domu”. Instalacja telefoniczna rozproszona została na parterze i poddaszu od puski przyłączonej i zakończona gniazdami z wtykami RJ-12. Obiekt posiada instalację odgromową oraz połączeń wyrównawczych. Ochrona przeciwporażeniowa w układzie TN-S, realizowana jest przez wyłączniki różnicowo-prądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30 mA. Nie uwzględniono ceny instalacji przyłącza elektrycznego na zewnątrz poza ogrodzeniem obiektu.

Sanitarne: wodociągowa z rur wielowarstwowych PE-AL-PE o połączeniach zaprasowywanych wraz z armaturą, ka-

nalizacyjna z rur PVC z przyborami i urządzeniami. Instalacja gazowa z rur stalowych czarnych o połączeniach spawanych, doprowadzająca gaz do kuchni gazowo-elektrycznej i kotła gazowego, centralnego ogrzewania do rozdzielaczy z rur miedzianych o połączeniach lutowanych, podejścia do grzejników w podłodze z rur z polietylenu sieciowanego. Grzejniki stalowe płytowe. W kotłowni zainstalowany jest kondensacyjny nacienny kocioł gazowy o mocy 24 kW, pompy obiegowe centralnego ogrzewania i ciepłej wody, pakiet solarny Vaillant VFK 900 z dwoma kolektorami słonecznymi i zasobnikiem ciepłej wody 400 dm³. Dodatkowo budynek wyposażony został w 2 płaskie kolektory słoneczne, wentylację mechaniczną z rekuperacją oraz wykorzystaniem odzysku ciepła z kominka, a także instalację zysku ciepła lub chłodu z glikolowego gruntowego wymiennika ciepła.

Instalacje sanitarne bez przyłączy.

TABLICA CEN DOMU AMBER

Poz.	Stany robót, elementy scalone, asortymenty zagregowane obiektu	Jm.	Cena jednostkowa w zł	Cena całkowita w zł	Udział % w cenie obiektu
1	2	3	4	5	6
110.10	Roboty ziemne	m ³	47.60	10 876.05	1.9
110.20	Fundamenty w tym:	m ³	463.05	19 351.81	3.4
110.21	- murowane	m ³	582.30	3 821.06	0.7
110.22	- betonowe	m ³	361.58	2 806.95	0.5
110.23	- żelbetowe	m ³	463.24	12 723.80	2.2
110.30	Ściany podziemia w tym:	m ³	675.02	22 132.44	3.8
110.31	- murowane	m ³	556.15	10 559.60	1.8
110.32	- betonowe	m ³	768.43	5 629.50	1.0
110.33	- żelbetowe	m ³	917.90	5 943.35	1.0
110.50	Izolacje fundamentów i ścian podziemia	m ²	34.45	14 795.13	2.6
110.51	- przeciwwilgociowe	m ²	14.62	4 675.91	0.8
110.52	- ciepłe, przeciwdźwiękowe	m ²	92.40	10 119.20	1.8
110 RAZEM STAN ZEROWY		m² p.z.	479.68	67 155.43	11.6
120.10	Montaż konstrukcji stalowej nadziemia	t	8 436.96	6 420.52	1.1
120.20	Ściany nadziemia w tym:	m ³	821.78	70 101.84	12.2
120.21	- murowane	m ³	737.15	56 667.79	9.8
120.23	- żelbetowe	m ³	1 562.80	12 933.81	2.2
120.25	- o konstrukcji z drewna	m ³	3 248.26	500.23	0.1
120.30	Stropy, sklepienia, schody i podesty	m ²	257.48	27 712.17	4.8
120.40	Ścianki działowe	m ²	76.10	4 050.80	0.7
120.50	Dach - konstrukcja	m ² poł.	85.94	20 625.77	3.6
120.60	Dach - pokrycie	m ² poł.	128.55	30 852.04	5.3
120.70	Izolacje p-wilgociowe, ciepłe, p-dźwiękowe	m ²	30.11	17 820.20	3.1
120.71	- przeciwwilgociowe	m ²	14.90	1 526.48	0.3
120.72	- ciepłe, przeciwdźwiękowe	m ²	33.28	16 293.72	2.8
120.80	Okna i drzwi zewnętrzne	m ²	891.23	54 221.70	9.4
120.90	Drzwi wewnętrzne	m ²	807.45	13 080.75	2.3
120 RAZEM STAN SUROWY		m² p.u.	1 367.31	244 885.78	42.4
130.10	Tynki i oblicowania w tym:	m ²	49.89	35 454.11	6.1
130.11	- tynki, wyprawy, sztablatury	m ²	35.57	17 851.10	3.1
130.12	- okładziny i oblicowania	m ²	84.32	17 603.00	3.1
130.20	Roboty malarskie	m ²	8.50	5 124.72	0.9



TABLICA CEN DOMU AMBER – cd.

Poz.	Stany robót, elementy scalone, asortymenty zagregowane obiektu	Jm.	Cena jednostkowa w zł	Cena całkowita w zł	Udział % w cenie obiektu
1	2	3	4	5	6
130.40	Podłoga	m ²	238.53	7 542.30	1.3
130.50	Podłogi i posadzki	m ²	187.61	47 759.71	8.3
130.60	Elementy kowalsko-ślusarskie	kg	38.00	9 862.35	1.7
130 RAZEM STAN WYKOŃCZENIOWY WEWNĘTRZNY		m² p.u.	590.42	105 743.18	18.3
140.10	Elewacje w tym:	m ²	177.13	62 492.48	10.8
140.12	– okładziny i oblicowania	m ²	247.29	34 655.73	6.0
140.13	– docieplenia	m ²	122.00	25 944.67	4.5
140.14	– malowanie elewacji	m ²	31.74	1 892.08	0.3
140.20	Różne roboty zewnętrzne	m ² p.u.	62.44	11 182.76	1.9
140 RAZEM STAN WYKOŃCZENIOWY ZEWNĘTRZNY		m² p.u.	411.36	73 675.24	12.8
150.10	Tablice rozdzielcze	m ² p.u.	55.78	9 990.77	1.7
150.20	Instalacja oświetleniowa	wypust	109.17	4 257.69	0.7
150.40	Instalacja siłowa	wypust	115.16	5 527.58	1.0
150.30	Instalacja gniazd wtykowych	wypust	188.42	188.42	0.0
150.50	Instalacja alarmowa i sygnalizacyjna	m ² p.u.	0.48	85.72	0.0
150.51	– przyzewowa	wypust	85.72	85.72	0.0
150.60	Instalacje multimedialne	m ² p.u.	3.98	713.07	0.1
150.61	– telefoniczna	wypust	101.87	713.07	0.1
150.90	Instalacje odgromowe i uziemiające	m ² k. b.	8.87	6 428.28	1.1
150 RAZEM INSTALACJE ELEKTRYCZNE		m² p.u.	151.82	27 191.54	4.7
160.10	Instalacja wodociągowa	pkt pob.	413.50	7 029.47	1.2
160.40	Instalacja kanalizacyjna	pkt odp.	963.06	11 556.73	2.0
160.50	Instalacja gazowa	pkt pob.	1 698.76	3 397.51	0.6
160.60	Instalacja centralnego ogrzewania	m ² p.u.	107.40	19 236.28	3.3
160.70	Instalacje w kotłowni	m ² p.u.	39.43	7 060.85	1.2
160 RAZEM INSTALACJE SANITARNE		m² p.u.	269.57	48 280.82	8.4
170.10	Wentylacja mechaniczna	m ² p.u.	23.42	4 193.25	0.7
170.30	Klimatyzacja	m ² p.u.	32.24	5 774.25	1.0
170 WENTYLACJA I KLIMATYZACJA		m² p.u.	55.66	9 967.50	1.7
OGÓŁEM ROBOTY W OBIEKCIE		m² p.u. m² k.b.	3 221.10 795.72	576 899.48	100%

DLA PORÓWNIANIA: średnie krajowe ceny jednostkowe typowych domów jednorodzinnych (parterowych z użytkowym poddaszem lub dwukondygnacyjnych ze stromym dachem, ze ścianami zewnętrznymi murowanymi z pustaków ceramicznych, ocieplonych metodą lekką-mokrą, charakteryzujących się zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzania netto w granicach 90-120 kWh/m²a), kształtowały się w I kwartale br. od 2414 do 2532 zł/m² p.u. Ceny tych domów z uwzględnieniem wartości urządzeń i wyposażenia nieujętych w kosztach robót wynosiły 2499-2641 zł/m² p.u. Zatem dom AMBER jest droższy o ok. 30% (bez kosztów urządzeń) lub ok. 40% (z kosztami urządzeń), ale dzięki zastosowaniu w nim rozwiązań energooszczędnych uzyskuje się zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania netto na poziomie 62,50 kWh/m²a.

STRUKTURA CENY W OBIEKCIE

Poz.	Stany robót	Cena w zł	Udział w %					Razem
			R	M	S	Kp	Z	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
110	STAN ZEROWY	67 155.43	19.2	49.8	7.7	17.9	5.4	100
120	STAN SUROWY	244 885.78	14.0	71.0	1.6	10.3	3.1	100
130	STAN WYKOŃCZENIOWY WEWNĘTRZNY	105 743.18	23.6	53.7	1.2	16.5	5.0	100
140	STAN WYKOŃCZENIOWY ZEWNĘTRZNY	73 675.24	23.3	54.8	1.0	16.1	4.8	100
150	INSTALACJE ELEKTRYCZNE	27 191.54	30.4	42.4	0.5	20.7	6.0	100
160	INSTALACJE SANITARNE	48 280.82	14.5	71.8	0.6	10.1	3.0	100
170	WENTYLACJA I KLIMATYZACJA	9 967.50	40.2	20.1	2.7	28.6	8.4	100
OGÓŁEM ROBOTY W OBIEKCIE		576 899.48	18.8	61.2	2.0	13.9	4.1	100

WARTOŚĆ URZĄDZEŃ I WYPOSAŻENIA NIEUJĘTA W KOSZTACH ROBÓT

Poz.	URZĄDZENIA	Jm.	Cena jednostkowa w zł	Cena całkowita w zł
1	2	3	4	5
190.50	INSTALACJI SANITARNYCH w tym: kocioł naścienny grzewczy z zamkniętą komorą spalania, podgrzewacz ciepłej wody, pompy obiegowe c.w., zmiękczac do zastosowań domowych, płaski kolektor słoneczny, centrala z odzyskiem ciepła, glikolowy gruntowy wymiennik, turbokominek	m ² p.u.	277.77	49 748.12
OGÓŁEM URZĄDZENIA		m² p.u.	277.77	49 748.12